

ДЕБАЛАНСНЫЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИЙ КАТОК

Шаронов И.А., кандидат технических наук, доцент
тел. 8(8422) 55-95-95, ivanshar2009@yandex.ru

Курдюмов В.И., доктор технических наук, профессор
тел. 8(8422) 55-95-95, vik@ugsha.ru

Курушин В.В., кандидат технических наук, доцент
тел. 8(8422)55-95-95, kurushin.viktor@yandex.ru

Линеенко В.Б., магистрант
тел. 8(8422)55-95-95, sven-rostelek@mail.ru

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

***Ключевые слова:** дебалансы, прикатывание, плотность почвы, почвообрабатывающий каток, структура, передаточное отношение.*

Разработан одинарный дебалансный почвообрабатывающий каток, способный обеспечить более качественное прикатывание почвы, лучшей степенью крошения комков выполнение агротехнических требований, понизить экономические затраты и повысить урожайность.

Введение. Благодаря тому, что почва в разных областях нашей страны разнообразна своими свойствами и структурным составом, требуется верный подбор технологии обработки почвы, как до, так и после посева. Важнейшим пунктом в процессе возделывания сельскохозяйственных культур стоит поверхностная обработка почвы. Прикатывание является одним из важнейших технологических процессов, который необходим для крошения почвенных комков, её уплотнения и

выравнивания поверхности с целью создания микрорельефа, оптимального для наилучшего роста и развития культурных растений [1] Однако не все применяемые в настоящее время для поверхностной обработки почвы катки обеспечивают выполнение предъявляемых к этой технологической операции требований. Известные орудия часто не создают требуемую равномерность плотности почвы в подповерхностном слое, некачественно разрушают почвенные агрегаты и т.д. Поэтому задача разработки новых катков, лишенных недостатков, присущих применяемым орудиям, является важной и актуальной [2].

Материалы и методы исследования. Для эффективного разрушения крупных комков почвы, обеспечения требуемой плотности почвы нами был предложен одинарный дебалансный почвообрабатывающий каток (рисунок 1), который содержит установленный на раме 1, снабженный осью 2 каток 3, выполненный в виде полого цилиндра. С одной стороны катка 3 жестко на его основании установлена ведущая звездочка 4. Внутри полого цилиндра на его оси 2 установлены дебалансы, выполненные в виде шарнирно установленных на оси 2 стержней 5 с возможностью фиксации в заданном положении относительно оси катка при помощи болтов 6. На стержнях 5 установлены утяжелители 7 с возможностью их фиксации в заданном положении относительно оси стержней с помощью болтов 8 [3].

На оси 2 жестко установлена ведомая звездочка 9. Рама 1 снабжена кронштейном 10 с установленным на нем параллельно оси 2 катка 3 валом 11. На валу 11 установлены две промежуточные звездочки 12 и 13 разного диаметра, причем промежуточная звездочка 12 меньшего диаметра соединена цепью 14 с ведущей звездочкой 4, а

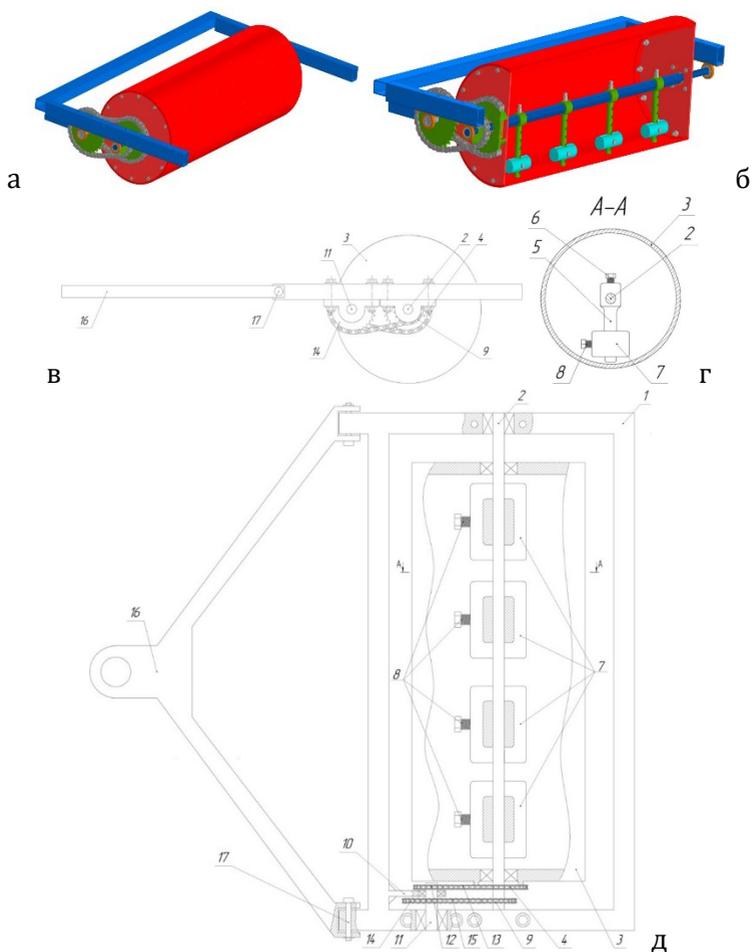
промежуточная звездочка 13 большего диаметра соединена цепью 15 с ведомой звездочкой 9. Общее передаточное отношение цепных передач меньше или равно 0,5.

Также на раме 1 установлено прицепное устройство 16, которое шарнирно соединено с рамой 1 с помощью пальцев 17.

Каток, агрегируемый с трактором при помощи прицепного устройства, начинает вращаться, уплотняя почву и раздавливая почвенные комки. Каток приводит во вращение ведущую звездочку, которая через цепь вращает промежуточную звездочку меньшего диаметра, жестко установленную на валу, закрепленном на кронштейне. Вместе с валом начинает вращаться установленная на нем промежуточная звездочка большего диаметра, соединенная цепью с ведомой звездочкой, жестко установленной на оси катка. В свою очередь вместе с осью катка начинают вращаться дебалансы, установленные внутри полого цилиндра катка.

Результаты и их обсуждение. При вращении дебалансов, установленные внутри полого цилиндра на оси катка, возникает дополнительная сила, величина которой непостоянна по времени [4]. Период действия силы зависит от расстановки дебалансов: он максимален при нахождении дебалансов в одной плоскости [5]. Для решения задачи динамики материальной системы с несколькими степенями свободы применили уравнения Лагранжа второго рода (1).

$$\begin{cases} \frac{d}{dt}[(2m_1 + m_2)\dot{x} + m_2 l \dot{\varphi} \cos \varphi] = 0; \\ \frac{d}{dt}(l \dot{\varphi} + \dot{x} \cos \varphi) + \dot{x} \dot{\varphi} \sin \varphi = -g \sin \varphi. \end{cases} \quad (1)$$



а, б – 3D-модель катка; в – вид сбоку; г – разрез по сечению А-А; д – вид сверху;

Рисунок 1 - Дебалансный каток (обозначения в тексте)

Этот метод является универсальным при составлении дифференциальных уравнений движения совокупности материальных объектов [6, 7]. В результате

математических преобразований было получено дифференциальное уравнение колебательного движения катка с дебалансами:

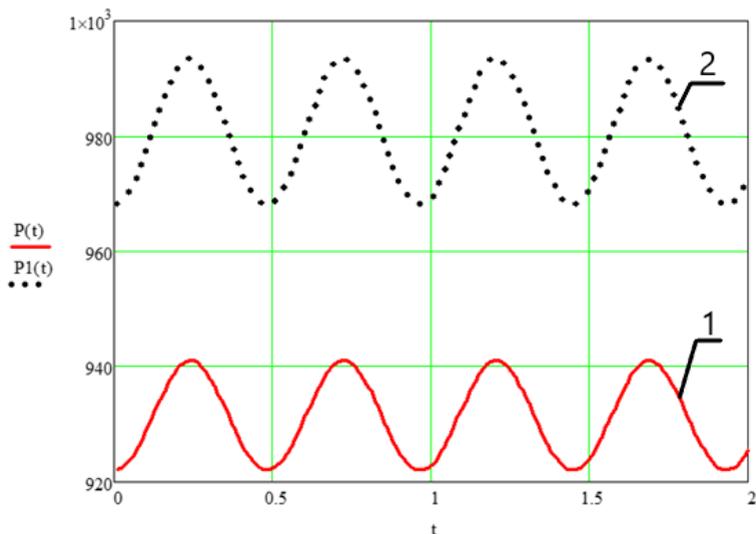
$$(2m_1 + m_2 \sin^2 \varphi)l\ddot{\varphi} + m_2 l \dot{\varphi}^2 \sin \varphi \cos \varphi + (2m_1 + m_2)g \sin \varphi = 0. \quad (2)$$

Из дифференциального уравнения движения катка (2) можно определить изменение силы воздействия катка на почву в зависимости от времени:

$$P(t) = m_1 g + \left(m_2 l \omega(t)^2 + m_2 g \cos \varphi(t) \right) \cos \varphi(t). \quad (3)$$

Графическая интерпретация уравнения (3) при различной массе дебаланса показана на рисунке 2.

В результате исследования выявлено, что изменение силы воздействия катка на почву имеет периодический характер, что имеет большое значение для повышения эффективности разрушения почвенных комков и создания структуры почвы [8]. Полученные уравнения позволяют установить особенности движения катка при различных массах полого цилиндра и дебалансов. Это дает возможность при обеспечении оптимальных конструктивных параметров почвообрабатывающего орудия получить требуемые структуру и плотность поверхностного слоя почвы после прикатывания при лучшем, по сравнению с аналогами, качестве разрушения почвенных комков.



1 – при массе дебаланса $m_2 = 15$ кг; 2 – при массе дебаланса $m_2 = 20$ кг

Рисунок 2 - Зависимости силы воздействия катка на почву P , H , от времени t , с, при различной массе дебаланса m_2

Выводы. Таким образом, разработанный дебалансный каток выравнивает поверхность почвы, интенсивнее её уплотняет, а также хорошо справляется с измельчением крупные и мелких комков. Эти характеристики катка достигаются за счёт того, что изменение силы воздействия катка на почву имеет периодический характер, что имеет большое значение для повышения эффективности разрушения комков и создания структуры почвы, рекомендуемой для культур, высеваемых в условиях Среднего Поволжья.

Библиографический список:

1. Руденко, Н.Е. Как эффективно воздействовать на почву при поверхностной обработке / Тракторы и сельхозмашины. 2017. № 6. С. 3-8.

2. Милюткин, В.А. Эффективные технологические приёмы в земледелии, обеспечивающие оптимальное влагонакопление в почве и влагопотребление / В.А. Милюткин, В.В. Орлов, Г.В. Кнурова, В.С. Стеновский // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2015. - №56(6). - С. 69-72.

3. Патент 2734947 Российская Федерация, МПК А01В 29/02 (2006.01). Орудие для прикатывания почвы / В.И. Курдюмов, И.А. Шаронов, В.Б. Линеенко; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ. - 2020111158, заявл. 17.03.2020; опубл. 26.10.2020, Бюл. № 30.

4. Mudarisov, S.G. Modeling the technological process of tillage / S.G. Mudarisov, I.I. Gabitov, Y.P. Lobachevsky, N.K. Mazitov, R.S. Rakhimov, R.R. Khamaletdinov, I.R. Rakhimov, I.M. Farkhutdinov, A.M. Mukhametdinov, R.T. Gareev // Soil & Tillage Research. – 2019. - Т. 190. – P. 70-77.

5. Локтионов, А. В. Расчет уравнения движения малых колебаний эллиптического маятника с заданной начальной угловой скоростью его движения / А. В. Локтионов, С. А. Сеньков // Теоретическая и прикладная механика: Международный научно-технический журнал - Минск, 2011. - № 26. - С. 138-143.

6. Мазитов, Н.К. Математическое описание мульчирования прутковым катком / Н.К. Мазитов, Р.Л. Сахапов, С.М. Архипов, Н.Х. Галяутдинов // Техника в сельском хозяйстве. – 2005. – № 4. – С. 24-26.

7. Теоретические основы колебательных рабочих органов культиваторов / Р.Л. Сахапов. - Казань: КФЭИ, 2001. - 193 с.

8. Subaeva, A.K. Quality control indicators of soil ridges at sowing cultivated crops / A.K. Subaeva, A.A. Zamaidinov, V.I. Kurdyumov, Y.S. Zykin // International journal of Pharmacy & Technology. – 2016, Volume 8, Issue № 3, September. - P. 14965 - 14972.

UNBALANCED TILLAGE ROLLER

Sharonov I. A., Kurdyumov V. I., Kurushin V. V., Lineenko V. B.

Keywords: imbalances, rolling, soil density, tillage roller, structure, gear ratio.

A single unbalanced tillage roller has been developed, which is able to provide better soil rolling, a better degree of clumping, compliance with agrotechnical requirements, reduce economic costs and increase productivity.